



Vorbemerkung:

Der hier skizzierte Unterrichtsgang ist in mehreren Jahren als Einstieg in die Welt der Atome mit Erfolg gelaufen. Da nicht an allen Schulen in den verschiedenen Bundesländern die gleichen Voraussetzungen bzw. Hauscurricula vorhanden sind, um genau den gleichen Weg zu gehen, muss eventuell die eine oder andere Passage (s.u.) abgeändert werden. Als zusätzliche Hilfe zu dem didaktischen Vorschlag finden Sie über der Darstellung Links zu Hilfen wie Videoclips oder Arbeitsblättern.

Inhalt

Bedeutung der Abkürzungen: LV Lehrerversuch, SV Schülerversuch, IB Informationsblatt, AB Arbeitsblatt, HA Hausaufgabe, Vi Videofilm, Co Computerprogramm, Hy App für Handy

		LV	SV	IB	AB	HA	Vi	Co	Hy
1.	Die Geheimsprache der Chemiker			+	+			+	+
2.	Atommodelle								
2a.	Demokrit			+			+		
2b.	Dalton			+			+		
2c.	Rutherford			+	+		+		
2d.	Bohr			+	+		+		
3.	Chemische Bindungen								
3a.	Ladungen und Bindungen							+	
3b.	Der "glücklich machende Zustand"								
3c.	Ionenbindung			+	+			+	
3d.	metallische Bindung			+	+			+	
3e.	Elektronenpaarbindung			+	+			+	
3f.	Elektronenpaarbindung mit Ionencharakter			+	+			+	
4	Formeln und Namen			+	+			+	+
5	Experimentelle Bestätigung der theoret. Überlegungen								
5a.	Schaltplan zur Untersuchung der elektrischen Leitfähigkeit			+				+	
5b.	Leitfähigkeit: Metalle, Salze und Nichtmetallverbindungen	+						+	
5c.	Ausgesuchte Leitfähigkeiten	+	+					+	
5d.	Warum leitet auch höchstreines Wasser den Strom?								
5e.	Wanderung von Ionen im elektrischen Feld								

Grundlage für diese Unterrichtseinheit bilden Schüleraufzeichnungen, die zum Teil direkt original übernommen und zum Teil überarbeitet und mit Links auf neuere Unterrichtsmedien ergänzt wurden.

1 Die Geheimsprache der Chemiker

Der Lehrer sagt: "Es kommt jetzt eine trockene Zeit - erst mal ohne Experimente. Ich will Euch zeigen, wozu der menschliche Geist fähig ist und wie man zu großartigen Erkenntnissen gekommen ist. Dabei hatten die damaligen "Wissenschaftler" nicht so tolle Analysengeräte wie die heutigen. Damit man sich mit anderen Naturwissenschaftlern unterhalten kann, muss man einige Vokabeln können: Die Namen und Symbole der wichtigsten 50 Elemente sowie einige chemische und physikalische Größen.

 V01 Elemente, Namen, Ziffern	 W01 gleicher Zettel wie V01 - mit Lücken	 X306 Elemente-Quiz Auch: X305a AK-Riddle -Fragen: 50 Elemente	
--	--	---	--






2. Atommodelle

a) Vorstellung von Demokrit

Demokrit hat sich 400 v. Chr. vorgestellt, dass man ein Teil solange teilt, bis man Teile hat, die man nicht mehr teilen kann. Diese nannte er Atome ($\alpha\tau\omicron\mu\omicron\sigma$ = unteilbar).

b) Modell nach Dalton

Die Atome eines Elementes sind jeweils untereinander gleich. Sie sind massiv. Bei chemischen Reaktionen ändern sie sich nicht. Mit diesem Modell kann man die Massen der bei den Reaktionen entstehender Stoffe gut vorausberechnen.

 <p>V03 Atommodelle</p>	 <p>V03a Atommodelle mit Bildern</p>	 <p>W03 bzw. W03I</p>
--	---	--




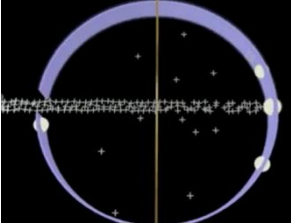

c) Modell von Rutherford

Rutherford beschoss eine ganz dünne Goldfolie mit positiv geladenen Heliumteilchen (radioaktiv). Von 100.000 Teilchen wurde nur eines abgelenkt oder reflektiert. 99.999 flogen ungehindert hindurch.

Daraus folgerte er:

1. Der größte Teil des Atoms ist leer.
2. Fast die gesamte Masse ist in einem Punkt vereinigt (Kern).
3. Der Kern ist positiv, da die ebenfalls positiven Heliumteilchen abgelenkt werden.
4. Da Atome nach außen neutral sind, muss in dem „Nichts“ etwas Negatives mit wenig Masse sein (Elektronenhülle).

Die beiden folgenden Filme zeigen etwas von der turbulenten Entwicklung der Vorstellungen über die Atome.

 <p>V03 Atommodelle</p>	 <p>"Elemente" der Alchemisten zum Gold machen</p>	 <p>V03a Atommodelle Rutherford</p>		 <p>X305a AK-Riddle-Fragen: Atommodell</p>
--	---	--	--	---

d) Modell nach Bohr

Modifizierung des rutherfordischen Kern-Hülle-Modells:

Im Kern befinden sich Protonen und Neutronen.

In der Hülle bewegen sich die Elektronen auf ganz bestimmten Bahnen (Zwiebelschalenmodell).

Elektrische Anziehung und Fliehkraft halten sich die Waage.

Protonen sind positiv geladen; Elektronen negativ.

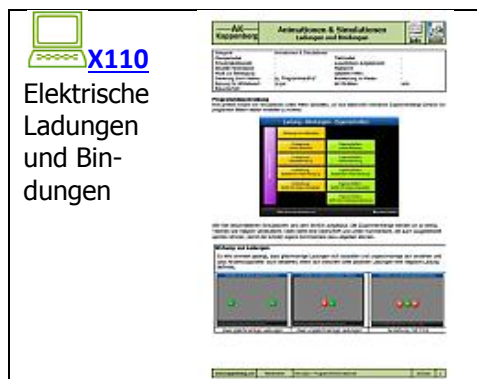
Anzahl von Protonen und Elektronen: Ordnungszahl (am Elementsymbol unten links).

Maximale Besetzung z einer Schale: $z = 2n^2$ ($n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$)

3. Chemische Bindungen

a. Ladungen und Bindungen

Um zu verstehen, wie und warum die einzelnen Elemente miteinander reagieren, wollen wir zunächst das Wesen von geladenen Teilchen aus dem Physikunterricht wiederholen. Dazu kann man sich die Computeranimationen Ladungen und Bindungen anschauen.



b. Der glückseligmachende Zustand

Bei den langweiligen Edelgasen haben wir gesehen, dass sie nicht reagieren. Die sind sozusagen in einem "glücklich machenden Zustand". Den müssen die Atome der anderen Elemente erst einmal erreichen.

Jedes Element ist bestrebt, acht Elektronen auf seiner äußeren Schale zu besitzen.

(Ausnahme: 1. Schale: 2 Elektronen).

Metalle erreichen dies durch Elektronenabgabe, Nichtmetalle durch Elektronenaufnahme.

Im Infoblatt V5 sind alle Grundlagen und Eigenschaften der Bindungstypen tabellarisch zusammengefasst.

Wir wollen Voraussagen machen, ob und in welchem Verhältnis die Elemente in einer entstandenen Bindung auftauchen. Hier sei insbesondere auf das Computerprogramm "AK Chemiebaukasten" hingewiesen, mit dem man spielerisch die Bindungsarten: Ionen-, Metall- und kovalente Bindungen mit ihren räumlichen Strukturen selber aufbauen kann.

Der Schüler stellt nicht nur die exakte Formel der Verbindung auf, sondern kann über die Kräfte zwischen den Teilchen auch Aussagen über bestimmte Eigenschaften: Höhe von Siede- und Schmelzpunkt, Härte und elektrische Leitfähigkeit machen.

[V05](#)
Bin-
dungs-
typen

[W05](#)
bzw.
[W05I](#)

[X301](#)
Chemie-
baukasten

und
[X305a](#)
AK-
Riddle-
Fragen:
Bindungen



c. Ionenbindung (Metall und Nichtmetall):

Bei der Ionenbindung wird der "glücklichmachende Zustand" durch Aufnahme- und Abgabe von Elektronen erreicht. Die entstehenden Ionen ziehen sich sehr stark an. Metalle erreichen dies durch Elektronenabgabe, Nichtmetalle durch Elektronenaufnahme. Faustregel für die Anzahl: Abgabe: Hauptgruppennummer: I, II, III, IV also +1, +2, +3, +4 Für die Aufnahme: Hauptgruppennummer - 8: VII- 8, VI -8, V-8, IV -8 also - 1, - 2, - 3, -4.

Die Zahlen zur Aufnahme sind unverständlich.

Ansehen: **Ladungen und Bindungen:** Ionenbindung und Eigenschaften der Ionenbindung

Bauen und Üben **Chemiebaukasten:** Aufgaben: Nr. 5: Natrium und Chlor, Nr. 18: Kalium und Schwefel, Nr. 22: Aluminium und Sauerstoff, Nr. 23: Lithium und Wasserstoff

d. Metallbindung (nur Metalle!):

Bei der Metallbindung wird der "glücklichmachende Zustand" durch Abgabe von Elektronen an das Elektronengas erreicht. Die entstehenden Kationen und das Gas ziehen sich stark an. Faustregel für die Anzahl: Abgabe: Hauptgruppennummer 8

Was meinst Du mit Gas? – Die „Abgabe“ ist wie im Kasten oben (mir) unklar.

Ansehen: **Ladungen und Bindungen:** Metallbindung und Eigenschaften der Metallbindung

Bauen und Üben **Chemiebaukasten:** Aufgaben: Nr. 6: Aluminium, Nr. 14: Natrium, Nr. 15: Aluminium und Nr. 16 Magnesium und Aluminium

e. Elektronenpaarbindung ("gleichartige" Nichtmetalle!):

Bei der Elektronenpaarbindung wird der "glücklichmachende Zustand" dadurch erreicht, dass die beteiligten Atome ein oder mehrere Elektronen paarweise gemeinsam benutzen. Für den "glücklichmachenden Zustand" zählt das Bindungselektronenpaar für jedes Atom ganz (also eigentlich doppelt). Im Molekül herrschen starke Anziehungskräfte. Die so entstandenen Moleküle ziehen sich durch Van-der-Waals-Kräfte nur sehr schwach an.

Ansehen: **Ladungen und Bindungen:** Elektronenpaarbindung und Eigenschaften der Elektronenpaarbindung

Bauen und Üben **Chemiebaukasten:** Aufgaben: Nr. 2: Wasserstoff, Nr. 10 - 13: Halogene, Nr. 8: Sauerstoff (Doppelbindung), Nr. 9: Stickstoff (Dreifachbindung), Aufgaben Nr. 24- 26: Reihe: Kohlenstoff mit Wasserstoff: Einfach-, Doppel- und Dreifachbindung

f. Elektronenpaarbindung mit Ionencharakter(Nichtmetalle mit unterschiedlicher Elektronegativität!):




Die Elektronenpaarbindung mit Ionencharakter ist der einfachen Elektronenpaarbindung ähnlich. Die beteiligten Atome ziehen aber das Bindungselektronenpaar unterschiedlich stark an. Es entstehen Dipole, die schon etwas "Ionencharakter" haben. Die Anziehungskräfte der so entstandenen Moleküle liegen zwischen denen der Ionen- und denen der Elektronenpaarbindung.

Ansehen: **Ladungen und Bindungen:** Elektronenpaarbindung mit Ionencharakter, Eigenschaften der EPB mit Ionencharakter und Eigenschaften der EPB mit IC und Wasserstoffbrückenbindung

Bauen und Üben **Chemiebaukasten:** Aufgaben: Nr. 20, 7, 1, 17 Reihe: Wasserstoff mit Fluor, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, Nr. 21: Kohlenstoffdioxid und als Tüpfelchen: Nr. 34: H₂CO₃ und/oder Nr. 35: NaOH

4. Formeln und Namen

Die entstehenden Verbindungen müssen Namen bekommen, damit man sie unterscheiden kann.

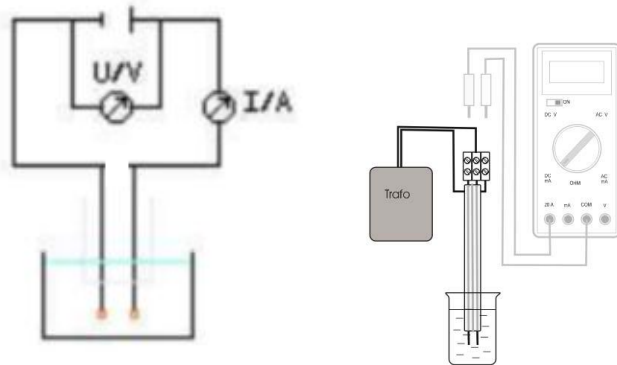
 <p>V06 Namen anorganischer Verbindungen</p>	 <p>W06 bzw. W06I</p>	 <p>X302 Formeln + Namen</p> <p>X309a Der Große Preis - Wände: Chem. Begriffe</p>
--	---	--

5. Experimentelle Bestätigung der theoretischen Überlegungen

Jetzt haben wir aber lange genug theoretisch gearbeitet: Wir wollen Experimente machen, um zu schauen, ob wir mit unseren Voraussagen einigermaßen richtig liegen:

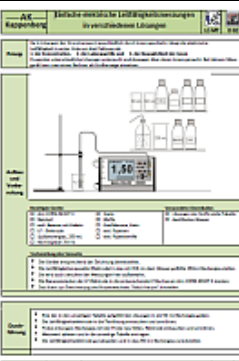

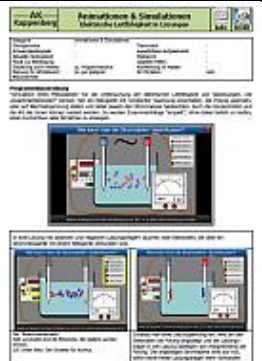
5a "Schalt"-plan zur Untersuchung der elektrischen Leitfähigkeit

Leitfähigkeitsmessungen werden meist bei konstanter Spannung durchgeführt. Dabei wird der Strom gemessen, der durch den Prüfkörper fließt. Bei Lösungen tauchen inerte Stabelektroden oder Bleche ein.



5b Leitfähigkeit von Metallen, Salzen bzw. Salzschnmelzen und Nichtmetallverbindungen

fehlt

 <p>D02 Elektrische Leitfähigkeit (in Lösungen)</p>	<p>LowCost - Bau D01S bzw. D02S</p>	 <p>X140 Elektrische Leitfähigkeit (in Lösungen)</p>	
---	---	---	---



Arbeitet man mit LowCost-Geräten, sei der "Superleitfähigkeitsprüfer" (für den Selbstbau D01S) erwähnt. Zur Deutung der Phänomene (Wechselspannung etc.) lässt sich die AnimationX140 gut einsetzen.

5c Ausgesuchte Leitfähigkeiten

Stoff	L in [μ S]
destilliertes Wasser	1,3
d. W. + 3 Körnchen NaCl	4,7
d. W. + 1 Spatelspitze NaCl	3930
Leitungswasser	630
d. W. + 1 ml NaCl-Lsg.	1490
d. W. + 1 ml $MgSO_4$ -Lsg.	3860
d. W. + 1 ml Natronlauge verd. NaOH(aq)	9770
d. W. + 1 ml Salzsäure verd. HCl(aq)	13930

Ergebnis: - Die Leitfähigkeit steigt proportional zur Konzentration der Ionen.

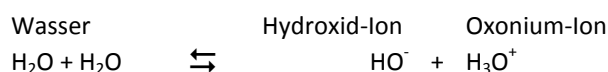
- Je höher die Ladung eines Ions desto größer die Leitfähigkeit.

- OH^- Ionen leiten besonders gut - aber H_3O^+ -Ionen noch besser.

5d Warum leitet auch Wasserwasser (= höchstreines Wasser) den Strom

Eigentlich dürfte Wasser keinen Strom leiten, da es sich um eine Elektronenpaarbindung mit Ionencharakter handelt. Also sind im Wasser eigentlich keine Ionen vorhanden. Dafür, dass es leitet - wenn auch schlecht- muss es eine Erklärung geben, denn es ist ja nur Wasser da.

Wasser ist aber nicht "normal"; es reagiert mit sich selbst (**Autoprotolyse**)



Aus diesem Grunde sind im Wasser doch H_3O^+ und HO^- als leitende Ionen vorhanden. Es sind aber offensichtlich nur wenige Ionen.

5e Wanderung von Ionen im elektrischen Feld



In einer sehr simplen Apparatur sollen die Überlegungen mit der AK Apparatur experimentell überprüft werden. Dazu klemmt man 2 Streifen Indikatorpapier und 1 Streifen zugeschnittenes Filterpapier unter Ableitbleche. Dann werden die Streifen vorsichtig mit Kaliumnitrat-Lösung getränkt.

Dann werden auftragen: Natronlauge (= $Na^+(aq)$ farblos und $OH^-(aq)$ auf Indikatorpapier: blau und Salzsäure (= $Cl^-(aq)$ farblos und $H^+(aq)$ besser $H_3O^+(aq)$ auf Indikatorpapier: rot und Kaliumpermanganat-Lösung (= $K^+(aq)$ farblos und $MnO_4^-(aq)$ tiefviolett

Wenn man gut beobachtet, wandert der blauviolette Punkt (Kaliumpermanganat) zum "Pluspol". Das ist der Nachweis für die Ladung: MnO_4^- ist negativ geladen. Die positiven Kaliumionen kann man nicht sehen.

An den beiden Polen färbte sich das Indikatorpapier stark rot bzw. blau. Der Lehrer sagt, die Beobachtung seien OK- wir würden die Beobachtungen erst beim Kapitel Oxidation / Reduktion unter Elektrolysen besprechen.

Die wichtigere Beobachtung: Der rote Punkt (H_3O^+) wandert viel schneller als der blaue (OH^-) und der wieder schneller als der violette Punkt (MnO_4^-). **So haben wir es vorausgesagt.**

 <p>A11 Ionen- wanderung und Bau A11S</p>				
--	---	--	--	--